

優先権主張
フィンランド国 1974 年 11 月 29 日 出願番号 3473/74
国 年 月 日
国 年 月 日
国 年 月 日

2000円

2000円

(4000円)

特許庁長官 殿

1. 発明の名称

化合物薄膜の製造方法および装置

2. 特許請求の範囲に記載された発明の数

2

3. 発明者

住所 フィンランド国、エスポー、リヒカリオ

(番地その他表示なし)

氏名 ツオモ・サントラ 外 1 名

4. 特許出願人

住所 フィンランド国、ヘルシンキ、51、エリメンカッ、
22-24

名称 インストルメンタリウム・オイ

代表者 マルチ・ルンネ

代表者 マツチ・カベツオ

国籍 フィンランド国

5. 代理人 50 141681

住所 〒105 東京都港区西新橋1丁目2番9号 式
三井物産館内 電話 (591) 0261 番

(2400) 氏名 金丸 義男 外 4 名

金丸特許事務所内 (6145) 氏名 朝内 忠 外 3 名

明 細 書

1. 発明の名称

化合物薄膜の製造方法および装置

2. 特許請求の範囲

(1) 気相から化学元素成分を沈積させて化合物薄膜を成長させる化合物薄膜の製造方法において、成長されることとなる固相表面を一層に一つ一つの蒸気で段階的に反応させ、各蒸気が上記の化合物に属するただ一つの元素成分を含み、それにより表面反応の結果として各反応過程で元素の多くの一つの原子層が表面上に結合されることを特徴とする化合物薄膜の製造方法。

(2) 真空室と、その中に設けられた基体保持装置と、蒸気源と、基体に種々の蒸気源の影響を交互に受けさせる装置とを有することを特徴とする化合物薄膜の製造装置。

3. 発明の詳細な説明

この発明は気相からの沈積によつて化合物薄膜を製造する方法に関するものである。さらにこの

①9 日本国特許庁

公開特許公報

①特開昭 51-77589

④3 公開日 昭51. (1976) 7.5

②特願昭 50-141681

②2 出願日 昭50. (1975) 11.28

審査請求 未請求 (全8頁)

庁内整理番号

7128 42
7128 42

⑤2 日本分類

13(7)D61
13(7)D63⑤1 Int. Cl²C23C 13/04
C23C 11/08

発明はこの発明の方法を実施し得る装置に関する。

気相から化合物薄膜を製造する従来技術の方法のうち最も重要なものは源(ソース)としてそれぞれの化合物を直接用いてかまたは種々の源からの種々の化学元素成分の同時蒸着によつて行なわれる真空蒸着である。まず第1に重大な欠点は、化合物が成分に分解し製造される膜の化学量論を制御し難くさせることにあり、そしてこの化学量論は一般に蒸着過程において変化する傾向がある。蒸着が種々の成分の同時蒸着による場合には、良好な化学量論の発生は成分の蒸着速度の細かい制御または比較的容易に蒸着する成分の選択的逆蒸着を意味する。化合物からの蒸着の場合のように、膜の核特性および結晶構造は同時成分蒸着においては十分には制御できない。

単結晶基体が従来周知の方法で用いられる時には、選択的逆蒸着は、成長膜が基体の結晶構造を持続することを達成するのに十分な程度に有効にされ得る。この従来周知の分子ビームエピタキシに関しては、J. Vac. Sci. Technol., Vol. 10,

“Structures Grown by Molecular Beam Epitaxy”
が参照される。

完全な化合物が源として用いられる時には、化合物の分解は従来技術で知られているようにスパッタリング技術によつて減少され、運ばれるべき物質はイオンボンバードによつて源から分離される。最良の化学量論は通常、逆蒸留の利用と対比できるいわゆるパイアススパッタリングによるスパッタリング技術に関して得られる。

この発明の一目的は従来技術の方法で見られた欠点を避けることにある。

この発明の方法は「原子層エビタキシ」(ALE)と呼ばれる。

化合物膜の最も重要な群はII-VIおよびIII-Vの二成分化合物およびこれら化合物の連結である。好結果の半導体応用のためには膜の結晶構造は最も重要なものである。ほとんどの応用においてこの要求は、単結晶基体上にエビタキシによつて形成され得るだけである単結晶に有効物質を限定す

3

膜成長の始めに核が形成されることにある。膜は、単微小結晶(成長核)が互いに接触するまで連続した構造とはならない。これは一般に、膜の平均厚さが100 Å程度である時に生じる。結果としての膜は多結晶(またはある場合には無定形)構造をもつ。膜の電気的特性は物質の多結晶構造によつて強く左右される。膜の電気的特性だけでなく膜の技術的利用の必要条件である化学的安定性も物質の不十分な構造の影響を受ける。化合物膜の電気的および化学的特性は、沈積法では避け難い化学量論からの逸脱によつてさらに強く影響を受ける。

この発明による化合物薄膜の製造方法は、成長されることとなる固相表面を一庭に一つ一つの蒸気で段階的に反応させ、各蒸気が上記の化合物に属するただ一つの元素成分を含み、それにより表面反応の結果として各反応過程で元素の多くの一つの原子層が表面上に結合されることを特徴としている。

またこの発明による装置は主として真空室と、

5

るのに十分な程度に高いものである。化合物物質のエビタキシはシリコンやゲルマニウムのような元素物質のエビタキシに比較して相対的に難しい。これは主に化合物成長が非常に複雑であるためであり、二成分化合物および気相エビタキシの場合化合物および両成分元素の気相と固相との存在を伴なう。従つて、良好な化学量論を得るためには、成分元素の到達速度または分圧および基体の温度を正確に制御しなければならない。

多くの応用において、単結晶ではないが低価格で広範囲にわたる可能性をもつ基体に半導体物質を薄膜の形態で設けることは望ましい。II-VIおよびIII-V化合物が非常に注目されるそのような応用は例えば太陽電池、多くの光電装置、映像装置、ディスプレイ装置等である。しかしながらそのような装置の大規模な利用は従来の沈積技術によつて得られた半導体物質の特性が十分でないため押えられてきた。

非単結晶基体における膜沈積を得るのに使用された周知の沈積法の避けることのできない特徴は、

4

その中に設けられた基体保持装置と、蒸気源と、基体に種々の蒸気源の影響を交互に受けさせる装置とを有することを特徴としている。

この発明の方法は、無定形基体の用いられる時でもエビタキシの重要な特徴を実施しており、その結果、膜の成長方向に高度に配向される核のない化合物膜が得られる。他の沈積法との本質的な相違点は、膜の成長が段階的に行なわれることにある。原子平面对原子平面は気相の一つの成分元素と成長化合物膜における表面原子としての他の成分元素との表面反応から生じる。

本方法は、成長表面の温度が各個々の反応過程において元素結合を防ぐのに十分な程度に高く保たれる場合には自己平衡にされ得る。Aが群I, II, III, IVの元素を表わし、Bが群VI, VII, Vの元素を表わすとして二成分膜ABの場合、反応は周期的に繰返され、すなわち気体AはB表面と反応してA-B化合物結合をもつA表面を形成し、その後表面は気体Bを受け、気体BとA表面との反応により再びB-A結合が形成され、そしてB

6

表面は再び A 気体を受ける。

ガラス基体が用いられる場合、階段的処理の開始の条件は、化合物の成分の一つが酸素原子との十分な結合強度をもち、ガラスの表面を形成することにある。この条件はほとんどの II-V, III-V 化合物について直接満され、そして実際に中間原子層を用いた ALE 成長に適した全ての化合物に対して満され得る。

単結晶におけるエピタキシに対して ALE 法が用いられる場合、基体の格子方向は回転中の成分原子平面の条件を満さなければならない。

次にこの発明およびこの発明によつて得られる効果を添付図面に示す装置を参照して詳しく説明するが、この発明は図示実施例に限定されるものではない。

この発明の方法においては、例えば元素 A, B から成る原子層が沈積され、元素 A は通常周期表の群 I, II, III または IV の一つに属し、また元素 B は群 VII, VI または V の一つに属する。この発明の方法によつて製造した最も代表的な膜は I-VII,

7

を第 1~7 図を参照して詳しく説明する。

第 1, 2 図には室 10 で形成した真空装置を示し、膜の成長されることになる基体 14 は軸 11 のまわりを回転できる円板 12a に装着される。円板 12a の下側には蒸気源 13a, 13b が設けられ、これらの蒸気源 13a, 13b は相互に分離したセクタであり、各セクタは成長されることになる膜の元素化合物の所望の蒸気圧をもたらすようにされる。円板 12a が回転されると、基体 14 は元素 A (13a), B (13b) の蒸気と相互作用するように交互に配置され、それにより膜の成長は、この発明の方法で要求された基体 14 の温度およびガス圧が満されると、この発明の方法に従つて行なわれる。

第 3, 4 図に示す実施例では、上記実施例の円板 12a は軸 11 のまわりを回転するリンク 12b で置き換えられ、このリンク 12b の外周面に基体 14 が装着される。蒸気源 13a, 13b, 13c はリンク 12b のまわりに放射状に配置される。リンク 12b の回転速度はほぼ 1~20

8

II-VI または III-V の化合物または酸化物である。この発明によれば元素 A は気相において成長されることになる表面（その表面元素は元素 B に属している）と反応し、表面に強力な B-A 結合を形成して単一原子層を形成し、また表面に付加的に当る全ての A 原子は、A-A 結合が元素 A の逆蒸着を防ぐのに十分強くなければ直ちに気相に戻る。元素 A の気相との相互作用時に、成長されることになる膜は、単原子層に対応する数より相当多数の原子が表面に衝突したとしても一つの原子層によつて成長できるにすぎない。成長されることになる表面が元素 A の気相と相互作用した後、それは次に元素 B の気相と相互作用され、膜の表面層における A 原子はそれに直接当る B 原子と共に再び強い結合 B-A を形成し、そして表面は元素 B の単一原子層で被われ、B-B 結合は、元素 B が気相に戻るのを阻止できない。これらの交互の反応過程は、要求された厚さの AB 化合物が得られるまで繰返される。

この発明の方法を実施する幾つかの有利な装置

8

r.p.s. である。

基体 14 と蒸気源 13 とが相対運動する第 1~4 図に示す種類の装置では、基体 14 を固定にし蒸気源を可動してもよい。本装置はまた、例えば基体 14 が蒸気源を介して基体を支持するコンベアベルトに似ている部材に取付けられる。基体と蒸気源との相対運動は非常に多数の異なる装置によつて得られることが理解される。

第 5 図による装置は真空室 10 および別個の反応室 19a, 19b を有し、その中で基体 14 は回転運動でき、また反応室 19a, 19b は各反応時に真空密封される。この構造により、反応過程の分離が良好となり、また反応ガスの漏れも少なくできるが、しかし機械的に比較的複雑となる。反応過程の分離の改善はまた第 6, 7 図の実施例を用いて機械的に動く部分を少なくすることによつても得られ得る。さらに第 6 図によれば、軸 11a はまた軸方向に動くこともできる。両運動を実施する装置はブロック 24 で概略的に示す。ブロック 25 は運動制御装置を概略的に示し、ま

10

たブロック22は同様に弁15a, 15bの制御装置を示す。異なるガス源は符号20a, 20bで示す。符号21は反応室19a, 19bの密封装置である。

第6図に示す装置では、基体はベース12cに固定され、そして加熱部材17によつて適当な温度に維持される。この装置は二つの蒸気源を有し、これらの蒸気源は基体14に作用するように交互に配置される。これは管16a, 16bに挿入した弁15a, 15bによつて形成され、これらの弁は交互に開閉し、すなわち一方の弁が開いている時には他方の弁は閉じている。この形式の動作を行なう装置はブロック18とスイッチKとで概略的に示される。

第7図によれば、反応室19の外側に異なるガス源20a, 20bが設けられる。室19内の基体14は特殊な保持装置29, 30によつて適当な位置に保持される。

反応室19には回転中に弁15a, 15bを用いて元素ガスが充填され、それらは弁26をによ

11

$$P_A = 1 - e^{-\frac{\mu_A \alpha_{Ao}}{N_s} \cdot t_{Ao}} \quad (1)$$

こゝで $dP_A = \frac{\mu_A \alpha_{Ao}}{N_s} (1 - P_A) \cdot dt$ と仮定し、 P_A は A 原子で被覆した相対表面積であり、 μ_A は A 原子の表面に対する衝突密度であり、力学的気体理論によれば、

$$\mu_A = \frac{P_A}{\sqrt{2\pi kT}} \left[\frac{\text{atom}}{\text{cm}^2} \right] \approx \frac{10^{20}}{[\text{torr}]} \left[\frac{1}{\text{cm}^2 \text{s}} \right]$$

であり、 N_s は表面原子の密度 $N_s \approx 10^{16} \text{ 1/cm}^2$ であり、 t_{Ao} は O 原子および反応ガス A と表面との相互作用時間[s]であり、 α_{Ao} は従来の沈積法における粘着係数に対応する原子 A と O 原子表面との表面反応確率である。

表面反応確率 α は反応表面の温度と反応ガスの圧力との複素関数である。それは元素および形成された化合物が異なると大きく変化する。単原子ガスにおける α は二原子または多原子ガスの場合より高いことが見いだされた。

式(1)より、A 原子による表面の相対カバレッジ

13

つて連続過程の間に排気される。この構造では、反応室19の壁は基体14の両側を覆う成長と同時に化合物で覆われる。ブロック28は弁26を作動する装置を示し、ブロック25はその制御装置を示す。

以下、この発明の理論的背景を前述のこの発明の種々の装置に関して詳しく説明する。

源内の元素 A は温度 T_a における蒸気圧 P_A とその固相との間で平衡状態となる（または温度 T_a が A の融点以上である場合には液相と気相との間で平衡状態が得られる）。元素 B に対する対応した状態は源13bにおいて得られる。自己平衡 ALE 法の場合、基体の温度 T_o は源の温度 T_A, T_B より高く保たれ、このことは A, B の蒸気が基体に凝縮しないことを意味している。分解を防ぐのに十分な高い結合エネルギーで A 原子が酸素との固体化合物を形成する場合には、基体は A-O 結合をもつ A 原子の単原子層で覆われる。A 原子による表面のカバレッジは次式で表わされる。

12

は相互作用の時間の増加と共に漸近的に 1 に近づく。

ALE 成長の重要な利益は、形成化合物の蒸気圧が丁度成長方向において最小であり、最強可能結合が表面に垂直に生じることにある。

B 原子が高結合エネルギーで酸素と固体化合物を形成する場合には、B 源との相互作用において基体は B 原子と A 原子とガラス表面との相互作用について述べたように正確に B 原子で覆われる。B 型原子の場合には一般にはそうではなく、このことは、基体ガラスの表面が B 蒸気との相互作用中変化されないままであることを意味する。

次の反応過程では、A 原子の単原子層で覆われた基体は式(1)に従つて B 原子で覆われ、再び A-B 化合物結合をもつ B 原子の単原子層を形成する。A-B 結合をもつ上記単原子 B 層および B-B 結合をもつこの層上の B 原子の蒸気圧に有効な条件は多次数の大きさだけ異なり、その結果 B 原子のない化合物結合の極端に選択的な逆蒸着が生じる。

14

回転中に反応過程を繰返すことによつて、基体の表面は層構造 $O-A-B-A-B-A-B-A-B \dots$ で覆われ、最初の O は基体の表面原子層を覆われ、次の $A-B$ 層は化合物 AB の高圧に配向した層を形成する。完全なカバレッジの場合、各反応過程において、膜の総体厚さは回転の数および化合物の格子定数で決まる。

異なつた元素 $A_1 \dots A_n, B_1 \dots B_m$ の幾つかの源を用いることによつて、規則格子、ヘテロジャンクション等のような化合物結合を含む層構造が成長され得る。

ALE 成長に対する条件は前に述べたように式(1)で決められ、上述の全カバレッジに対して下記の条件を設けなければならない。

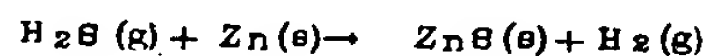
$$\left. \begin{aligned} \alpha_{AO} \mu_A t_{AO} &>> N_B \\ \alpha_{AB} \mu_A t_{AB} &>> N_B \\ \alpha_{BA} \mu_B t_{BA} &>> N_B \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

P_A, P_B が才 1, 2, 3, 4, 5, 7 図に示すように反応表面と直接相互作用する場合、源の温度 T_A, T_B は下記の式によつて μ_A, μ_B と関連す

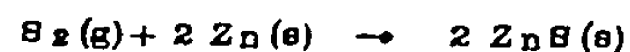
15

化合物群は II, VI 元素の高蒸気圧のため装置設計に大きな自由度を与える。才 5 図に示すものと異なる二つの原理的構造は才 6, 7 図に示される。

ALE 成長では、化合物蒸気との相互作用は化学的蒸気沈積の手段に類似して反応表面において分解する元素の気体化合物を用いることによつても得られ得る。この種の反応は S_2 の代りに例えば H_2S で実施され得る。 ZnS 成長の場合対応した表面反応は H_2S の場合において、



であり、純粋な S_2 ガスに対する反応、



に対応する。ALE 原理によれば、反応は、遊離 $Zn(s)$ 表面原子が有効である限り可能であるだけである。ALE 法は成分元素のスパッタ型沈積によつて行なわれ得る。この場合、反応過程において不活性ガスまたはプラズマが付与される。

式(1)を、問題のガス原子と表面反応する原子で完全に覆われない表面に適用する時、この式は表面の活性部分に適用されるだけである。処理過程

17

る。

$$\left. \begin{aligned} \mu_A &= f(P_A) = f(T_A) \\ \mu_B &= f(P_B) = f(T_B) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

自己平衡 ALE 法において必須である化合物結合をもたない元素の完全な逆蒸発を保證するため、基体の温度 T_0 は温度 T_A, T_B より十分に高くなければならない。温度 T_0 の上限は原則的には化合物の蒸気圧によつて決まる。

しかしながら、実際にはガラス基体を用いられる時には温度 T_0 の上限は一般に基体ガラスの軟化点によつて決まる。ALE 成長における成長表面の格子方向は化合物の蒸気圧を最も有効に最小にすることが認められるべきである。これは化合物のいかなる検出できる逆蒸発もなしに $T_0 > 500^\circ C$ で実施される例えば $CdSe$ 成長に関して確立される。

ALE 成長は幾つかの形式の成長装置で得ることのできる事が明らかである。本質的な特徴は源、基体の温度および回転中の化合物の元素蒸気と基体との階段的相互作用にある。特に、II-VI

16

の各々または一つにおいて部分表面カバレッジを用いて AB 化合物が成長される場合、式(1)は A 原子反応過程および B 原子反応過程に対してそれぞれ次のように変形され得る。

$$P_A = P_B^* \cdot e^{-\frac{\mu_A \alpha_{AB}}{N_B} \cdot t_{AB}} \quad (4)$$

$$P_B = P_A^* \cdot e^{-\frac{\mu_B \alpha_{BA}}{N_A} \cdot t_{BA}} \quad (5)$$

ここで P_B^*, P_A^* はそれぞれ A, B 反応過程前の表面における B 原子および A 原子の相対カバレッジを表わす。

一つの成分元素の部分カバレッジは、低蒸気圧元素を用いてまたは種々の量の成分元素を含む化合物を用いて化合物膜を成長する時特に重要なものである。最初に述べたものの重要な例は、群 III 元素の完全な逆蒸発を保證するのに十分な高い温度 T_0 まで加熱できない基体における III-V 化合物の成長である。そのような場合、群 V 表面原子と群 III 気体原子との表面反応は表面に過剰の群 III 原子の無いことを保證するように群 III 原子の単に

18

部分的カバレッジを決めるため制限される。群Ⅲ原子で部分的に覆った表面との群Ⅴガス反応は化合物の配向した核なしALE成長を十分に保証するように完全にされ得る。

部分的表面反応過程を用いる必要のある別の重要な場合は、安定なまたは相対的に安定な一酸化物をもつ元素の二酸化物の成長である。ALE技術による二酸化物の成長は例示した例である。

SnO の代りに SnO_2 を形成するため、 O 表面と Sn 蒸気の相互作用は Sn カバレッジをほんの数パーセントにするように制限される。 O_2 プラズマによつて行なつた O_2 相互作用は最大数の酸素原子を Sn 原子と結合させ、こうして二酸化物の成長を行なう。そのような場合ALE成長法の使用に対する強い指示は、ガラス板上の SnO_2 層が 10 \AA の SnO_2 厚さからはじまる表面における導電率を示すという観察から出てくる。導電率は全くトンネル効果を示さず、膜が連続した結晶構造をもつという証拠である。そのような膜は物理的に極めて堅固でしかも化学的に耐久性に富み、このこ

19

実施例 2

Corning Glass 7059 基体における SnO_2 層のALE成長を才1, 2図の装置を用いて次のように実施した。

- 基体の温度：300℃
- Sn 源での一相互作用中の Sn 原子の総量：約 $0.6 \cdot 10^{14}$ 原子/ cm^2
- 酸素源：10～100 m Torr の総体圧と40 mA のプラズマ電流とをもつプラズマ型のもの
- 回転速度 1 r/s でこの方法は各回転中 0.4 \AA の平均成長速度を与える25分間に600 \AA までの SnO_2 膜の成長が得られる。

実施例 3

Corning Glass 7059 基体において GaP 層のALE成長を才1, 2図の装置を用いて次のように実施した。

- 基体の温度：約300℃
- Ga 源での相互作用中の Ga 原子の総量： $\leq 10^{15}$ 原子/ cm^2

21

とは事項例々個々の反応過程における反応表面の完全なカバレッジであつてもまた部分的カバレッジであつてもALE技術で形成した全ての化合物層にあてはまる。

実施例 1

才1, 2図の装置を用いて下記の値のシステムパラメータで ZnS のALE成長を実施した。

回転速度：2 r/s, 基体材料：Corning Glass 7059, 基体の温度：320℃、表面と Zn 蒸気との一相互作用中の Zn 原子の総ボンバード：約 5×10^{15} 原子/ cm^2 (これは石英結晶レートモニタで測定し、 Zn 源に対して約 10^{-3} torr の有効な Zn 蒸気圧および約290℃の平衡温度に対応する)、 S 源の平衡温度：100℃ (約 10^{-2} torr の蒸気圧に対応する)、 S_2 分子の総ボンバード：約 5×10^{16} 分子/ cm^2 。

10分間の処理で、膜の厚さは約 0.27 \mu m で、また20, 30分間の処理では厚さはそれぞれ約 0.54 \mu m , 0.80 \mu m であつた。

膜構造はエッチング技術で試験した。

20

○ リン炉での相互作用中に表面をボンバードする P 分子 (恐らく P_4) の総量：約 $5 \cdot 10^{15}$ 原子/ cm^2

○ 回転速度 1 r/s で25分間にこれらのパラメータの基体および源を用いて 0.25 \mu の膜が成長した。平均成長速度は各サイクル中 1.7 \AA であつた。

実施例 4

才7図の装置を用いて下記のシステムパラメータで ZnS のALE成長を実施した。

- 基体：c.g. 7059
- 基体の温度：約470℃
- Zn 源の温度：約390℃
- S 源の温度：約120℃
- Zn 源の相互作用時間：6秒
- Zn 蒸気の放出時間：2秒
- S 源の相互作用時間：2秒
- S_2 蒸気の放出時間：6秒

成長は厚さ測定の正確さの範囲内で最大速度で生じ、従つて各反応過程において全カバレッジに

22

対応する。140分間の処理で膜の厚さは0.12 μm であつた。

自己平衡ALE成長での実験により理論的成長速度を越えることはできないが各反応過程での相互作用の時間(または圧力)を増大することによつてその速度に近づけることのできる事がわかつた。

ALE技術を用いて作つたZnS膜の選択的エッチングは常温で60部の H_3PO_4 と5部の HNO_3 と1部のHFとを含むエッチング剤を用いて行なつた。エッチング速度は0.1~0.7 μm の厚さのZnS膜の場合表面の方向に10 $\mu\text{m}/\text{g}$ ~ 150 $\mu\text{m}/\text{g}$ であつた。表面に垂直な方向にはエッチング作用は検出され得なかつた。ALE- SnO_2 膜のエッチングは単に電気化学的方法によつてのみ可能であつた。

この発明においては次のように実施できる。

- (1) 各元素成分による表面反応は、成長されることとなる表面の温度が化合物の一部となる原子層の形成後すぐに表面上のそれぞれの元素成分

23

用するようになされ得る。

4. 図面の簡単な説明

才1図はこの発明による装置の断面図、才2図は才1図の線II-IIに沿つた断面図、才3図はこの発明による別の装置の断面図、才4図は才3図の線IV-IVに沿つた断面図、才5図は、反応室が密封されかつ基体保持装置が軸方向に動き得ることの発明による装置を示す断面図、才6図は基体が固定されることの発明の実施例を示す断面図、才7図は、膜成長が基体の両側において行なわれ、反応室が特殊な弁装置によつて各反応過程の間に排気され得る才6図の実施例の変形を示す断面図である。

図面中、10は真空室、12a, 12b, 12c, 29, 30は基体保持装置、13, 20は蒸気源、11, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27は基体に種々の蒸気源の影響を交互に受けさせる装置を示す。

25

の縮合を防ぐような条件のもとで行なわれる。

- (2) 表面反応は、成長されることとなる表面の温度が化合物結合の一部となる原子層の形成後表面上の縮合を防ぐことのできない元素成分の一つの完全な原子層の形成前に中断される。
- (3) 膜の生成は無定形多結晶かまたは単結晶基体において行なわれる。
- (4) 基体保持装置(12a, 12b)と蒸気源13とは相対運動される。
- (5) 基体保持装置は回転可能な円板12aであり、これに隣接して蒸気源13が配置される。
- (6) 基体保持装置は回転可能なリング12bであり、その外周部に基体14が配置され、また上記リング12bのまわりには蒸気源(13a, 13b, 13c)が放射状に等間隔に配置される。
- (7) 基体保持装置(12c; 29, 30)は固定され、また蒸気源(13, 20)は弁装置(15a, 15b, 18; 22, 26, 28)に取り付けられ、種々の蒸気源(13a, 13b; 20a, 20b)は保持装置(12c, 29, 30)上に配置された基体14に作

24

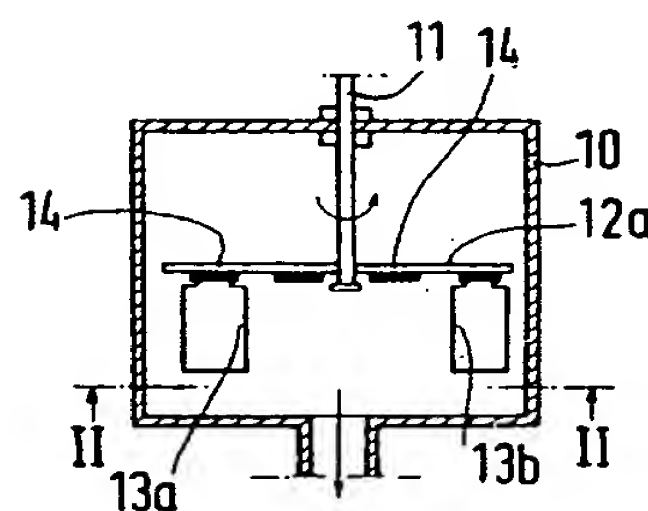


FIG. 1

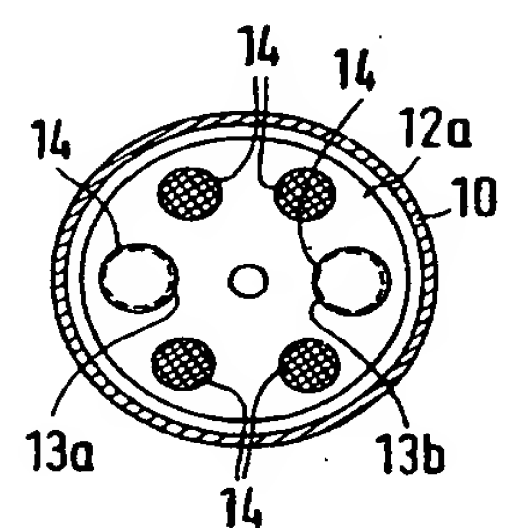


FIG. 2

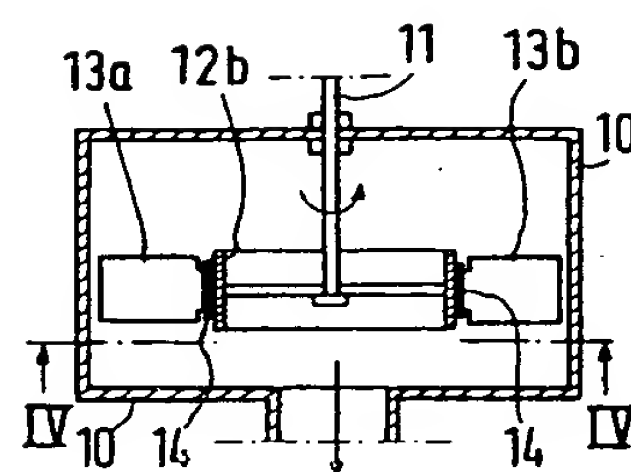


FIG. 3

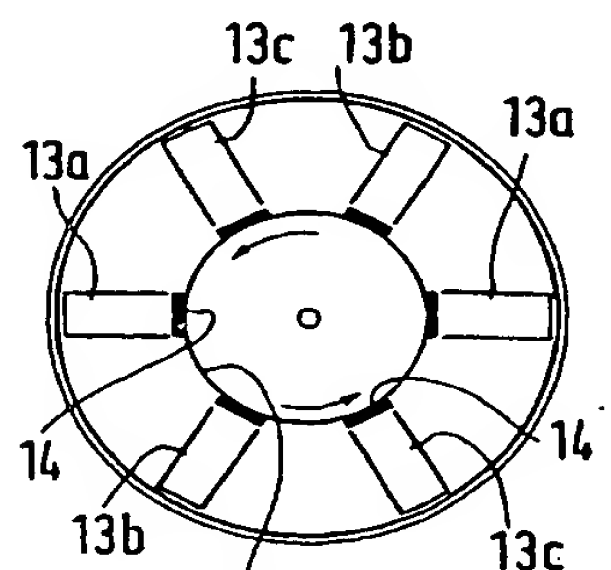
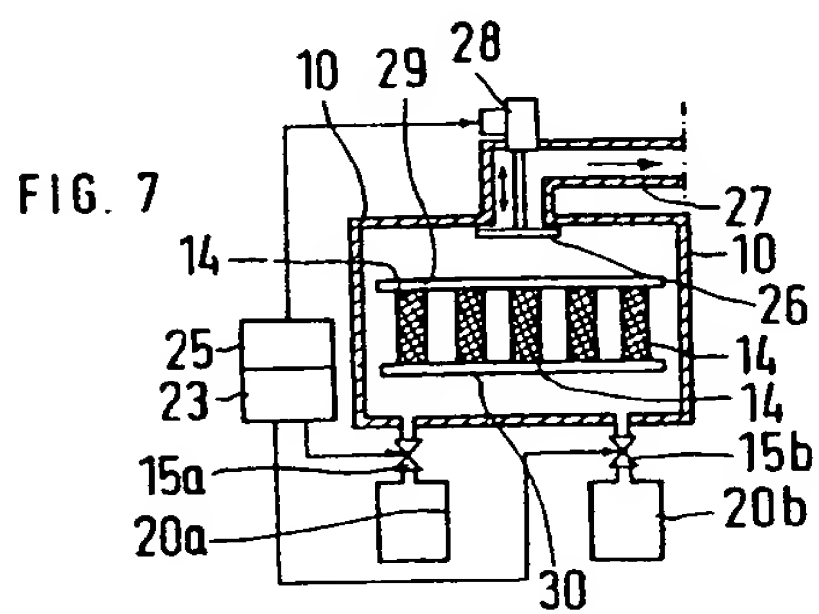
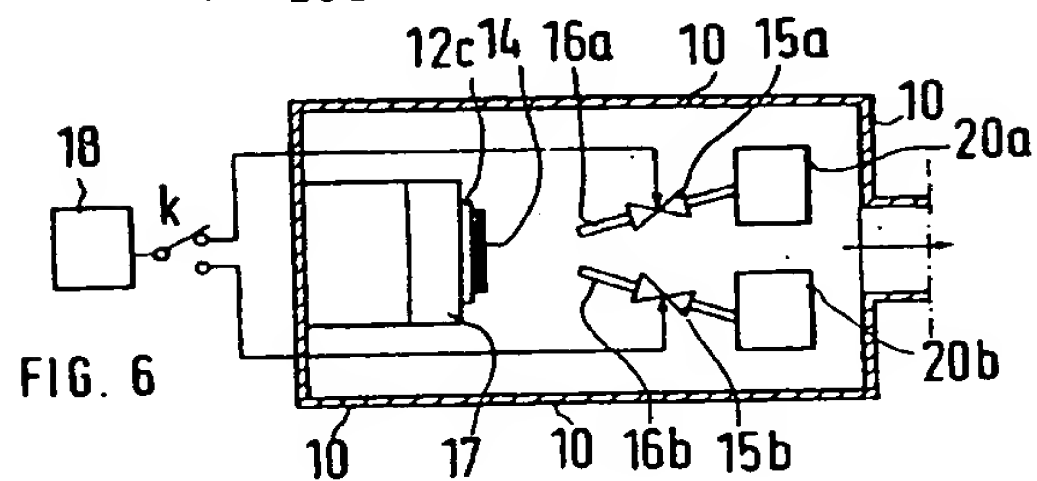
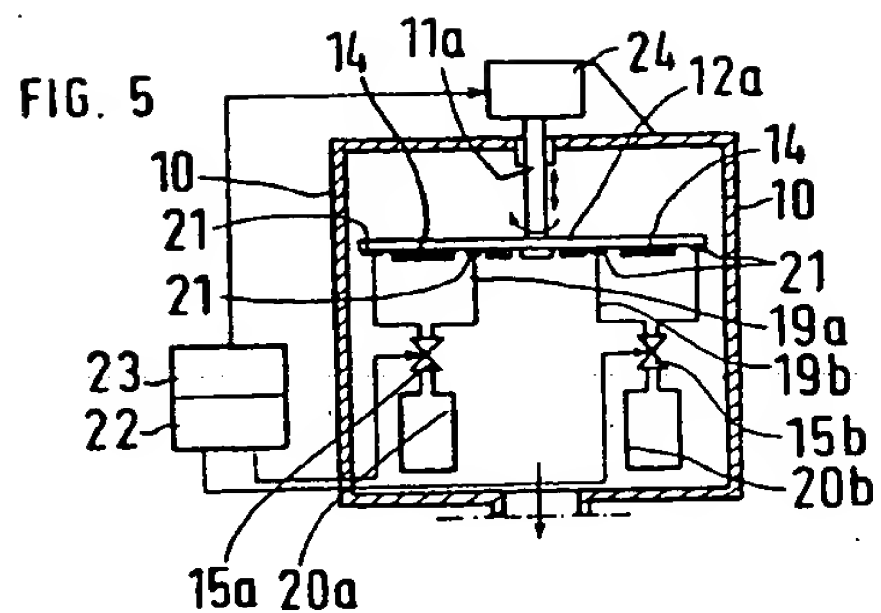


FIG. 4



6. 添附書類の目録

(1) 明細書	1 通	
(2) 図面	1 通	
(3) 委任状	1 通	
(4) 優先権証明書	1 通	追て補充
(5) 願書副本	1 通	

7. 前記以外の発明者、代理人

(1) 発明者

住所 フィンランド国、バンター、35、ウルハイムチー22

氏名 ヨルマ・アントソン

(2) 代理人

住所 東京都港区西新橋1丁目2番9号
三井物産館内 金丸特許事務所内

氏名 朝内忠大

同所 八木田

同所 浜野孝雄

同所 森田哲